

## RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

dr inż. Izabeli Piaseckiej

pt.:

*„Oddziaływania procesorów fotowoltaicznych na środowisko naturalne”*

Recenzję opracowałem na podstawie zlecenia nr TDz.531/os/2016 z dnia 15.03.2016 roku Dziekana Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie prof. dr hab. inż. Andrzeja Marczuka.

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska liczy 196 stron formatu A4, składa się z czterech rozdziałów merytorycznych oraz podsumowania i wniosków, wykazu literatury a także streszczenia w języku polskim i angielskim. Praca zawiera 110 rysunków i fotografii oraz 38 tabel. Wykaz literatury składa się z 317 pozycji.

### Ocena wyboru tematu i zakresu pracy

Założenia pakietu klimatyczno-energetycznego i zawarte umowy międzynarodowe zobowiązują Polskę do zwiększenia w roku 2020 udziału energii wyprodukowanej ze źródeł odnawialnych do ok. 15%. Jedną z możliwości pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych (OZE) jest fotowoltaika, która zajmuje się przetwarzaniem światła słonecznego i jego konwersją na energię elektryczną.

Ogniwa fotowoltaiczne znalazły zastosowanie m.in. w budowie sprzętu elektronicznego, jako źródła zasilania sygnalizacji drogowej, przekaźników telefonii komórkowej, znaków nawigacyjnych i ostrzegawczych, elementów układów zasilania domów mieszkalnych czy też dużych obiektów przemysłowych. W rolnictwie ogniwa znalazły zastosowanie jako źródła zasilania np. w suszarniach, pompach wodnych, do

ogrzewania i wentylacji szklarni, czy też do napowietrzaczy stawów. Bardzo perspektywiczne wydaje się wykorzystywanie fotowoltaiki do produkcji energii w elektrowniach słonecznych. Szerokie możliwości zastosowania ogniw fotowoltaicznych i ich dynamiczny rozwój pozwalają przypuszczać, że w przyszłości ich udział w produkcji energii elektrycznej znacznie się zwiększy.

Doktorantka w swojej rozprawie podjęła próbę kompleksowego określenia wpływu materiałów i elementów konstrukcyjnych elektrowni fotowoltaicznych na środowisko rolnicze, zdrowie ludzi oraz zasoby surowców w całym cyklu istnienia tych elektrowni: od opracowania konstrukcji poprzez jej wykonanie, użytkowanie oraz zagospodarowanie poużytkowe.

Podjęcie przez Autorkę bardzo istotnego problemu w aspekcie braku wyczerpujących opracowań w tym obszarze i weryfikację uzyskanych wyników przy zastosowaniu różnych metod ich interpretacji uważam za cenne i właściwe. Także próbę stworzenia kompleksowego opracowania opisującego analizowane zależności należy uznać za cenną i uzasadnioną nie tylko w aspekcie badawczym, ale także utylitarnym.

Biorąc pod uwagę opisane wymienione uwarunkowania uważam, że zarówno temat pracy jak i jej zakres zostały wybrane zasadnie i dotyczą bardzo ważnej tematyki mieszczącej się także w zakresie inżynierii rolniczej.

### **Ogólna charakterystyka rozprawy**

W pierwszym rozdziale rozprawy Autorka zwróciła uwagę na postępującą degradację środowiska – także rolniczego – poprzez nadmierne i coraz większe zużycie energii i na konieczność zastępowania wyczerpujących się paliw kopalnianych innymi źródłami energii. Wskazała na konieczność zwiększenia udziału energii odnawialnej (w tym instalacji fotowoltaicznych) w ogólnym bilansie energetycznym. Przedstawiła genezę i uzasadnienie podjęcia tematu rozprawy, scharakteryzowała problem badawczy oraz sformułowała cel i zakres pracy.

Rozdział drugi zawiera wyczerpujący opis etapów powstania i użytkowania instalacji fotowoltaicznych w całym cyklu ich trwania. Począwszy od projektowania, doboru materiałów konstrukcyjnych i produkcji poprzez eksploatację do analizy moż-

liwości recyklingu i utylizacji włącznie. Rozdział ten zawiera także omówienie możliwości wykorzystania energii słonecznej w różnych działach produkcji rolniczej.

Rozdział trzeci dotyczy przyjętych metod badawczych. W rozdziale tym Autorka scharakteryzowała obiekt badań, który stanowi funkcjonująca farma fotowoltaiczna o mocy ok. 1 MW i wyszczególniła elementy konstrukcyjne farmy wraz z opisem procesów oddziaływania na środowisko w całym cyklu istnienia farmy oraz podczas zagospodarowania poużytkowego. Doktorantka szczegółowo opisała założenia, plan i program badań oraz przyjęte do opracowania wyników badań metody analiz ekologiczno-energetycznych. W celu dokładnego zbadania oddziaływania na środowisko rolnicze poszczególnych, wytypowanych do badań elementów farmy fotowoltaicznej wykorzystywała cztery uzupełniające się metody: Ekowskażnik 99, CED, IPCC oraz CML. Są to metody wykorzystywane przez program obliczeniowy SimaPro 7.1 opracowany przez firmę PreConsultants i wykorzystujące bazy danych opracowywanych przez instytucje rządowe i naukowe m.in. w Niemczech, Szwajcarii, Danii, Holandii, Stanach Zjednoczonych i Kanadzie.

W rozdziale czwartym Doktorantka przedstawiła uzyskane wyniki badań oraz przeprowadziła ich analizę zgodnie z przyjętymi metodami badawczymi i przyjętą metodyką badań. Analiza wyników uwzględnia zarówno całkowite oddziaływanie elektrowni fotowoltaicznej na środowisko rolnicze jak również oddziaływanie i wpływ przyjętych do badań wszystkich zmiennych na badane jednaście kategorii oddziaływania.

Rozdział piąty rozprawy zawiera sformułowane na podstawie wyników badań podsumowanie i wnioski. Autorka udowadnia wykonanie założonego celu rozprawy oraz potwierdza wykonanie założonych zadań badawczych. Wnioski dotyczą jakościowego i ilościowego wpływu elektrowni fotowoltaicznej w całym okresie istnienia oraz podczas zagospodarowywania poużytkowego na środowisko rolnicze, zdrowie ludzi oraz zasoby surowcowe. Wnioski zawierają także uzasadnienie dalszego rozwoju energii produkowanej z odnawialnych źródeł energii, ze szczególnym uwzględnieniem fotowoltaiki.

Realizacja przyjętego planu badań i uzyskane wyniki pozwoliły Autorce na sformułowanie bardzo istotnych wniosków mogących stanowić podstawę do dalszych badań.

## Ocena rozprawy

Tytuł rozprawy odpowiada jej treści, układ rozdziałów logiczny, rysunki i wykresy wykonane są starannie i czytelnie. Postawione zadanie naukowe i sposób jego rozwiązania spełniają wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Tematyka rozprawy jest aktualna, a postawiony problem badawczy bardzo istotny nie tylko z punktu widzenia nauki, ale także praktyki przemysłowej.

Wnioski pobadawcze są prawidłowe i logiczne, dowodzą, że doktorantka zrealizowała założony cel rozprawy.

Jednakże – moim zdaniem - rozprawa posiada pewne mankamenty i usterki, z których niektóre mają charakter dyskusyjny. Dlatego chciałbym przedstawić Autorce kilka uwag natury ogólnej, szczegółowej i redakcyjnej, do których należą:

- 1) W tytule pracy – moim zdaniem - należało użyć słów „... na wybrane elementy naturalnego środowiska rolniczego”, praca nie zawiera badań wszystkich elementów składających się na środowisko naturalne i rolnicze. Ponadto w pracy Autorka zamiennie i dowolnie używa określeń: procesory fotowoltaiczne, instalacje fotowoltaiczne, elektrownie fotowoltaicznej czy też farmy fotowoltaiczne.
- 2) W rozprawie nie znalazłem żadnej sformułowanej hipotezy badawczej, choć wiele istotnych problemów Autorka rozwiązała. Hipoteza nie może wynikać jedynie ze sformułowanych w rozprawie problemów badawczych.
- 3) Dla osób czytających pracę, a nie mających podstawowej wiedzy o zjawisku fotowoltaicznym praca wydaje się być w dużej części trudna do zrozumienia. Doktorantka w rozprawie przedstawiła – moim zdaniem – bardzo dużo informacji, które można było zamieścić w sposób bardziej uporządkowany i łatwiejszy do przyswojenia. Podobnie z nazewnictwem: „określenie potrzeb” można zastąpić np. sformułowaniem „założenia projektowe”, „czas trwania” - „okreśsem użytkowania lub eksploatacji” itp.
- 4) Bardzo skomplikowany jest opis metodyki badawczej. Nadmiernie jest rozbudowany, ale nie jest uporządkowany opis przyjętych metod analizujących wyniki badań. Również wnioski dotyczące skutków funkcjonowania elektrowni fotowoltaicznych przedstawiono w sposób wymagający wiedzy z obszaru nauki wykraczającego poza inżynierię rolniczą.

Usterki edytorskie poprawiono w tekście pracy.

Pomimo wymienionych usterek należy uznać, że problematyka przedstawionej do recenzji rozprawy jest oryginalna i atrakcyjna pod względem poznawczym, a wymienione i inne niedociągnięcia nie wpływają istotnie na merytoryczną wartość rozprawy, gdyż mają charakter dyskusyjny i porządkowy. Powinny jednak zostać usunięte podczas przygotowywania rezultatów rozprawy do publikacji.

Doktorantka podczas realizacji rozprawy wykazała się przygotowaniem do pracy naukowej, a recenzowana rozprawa jest rozwiązaniem problemu istotnego dla nauki i praktyki przemysłowej.

Realizacja przyjętego planu badań i uzyskane wyniki pozwoliły Autorce na sformułowanie bardzo istotnych wniosków mogących stanowić podstawę do dalszych badań skutków zastosowania także innych odnawialnych źródeł energii. Wnioski badawcze są prawidłowe i logiczne, dowodzą, że doktorantka zrealizowała założony cel rozprawy.

#### **Wniosek końcowy**

**Recenzowaną rozprawę doktorską Pani dr inż. Izabeli Piaseckiej zatytułowaną „Oddziaływania procesorów fotowoltaicznych na środowisko naturalne” oceniam bardzo wysoko i stwierdzam, że w świetle obowiązującej ustawy o tytule naukowym i stopniach naukowych odpowiada ona warunkom stawianym rozprawom doktorskim i może być dopuszczona do dalszych etapów przeprowadzanego przewodu doktorskiego. Biorąc pod uwagę bardzo wysoki poziom recenzowanej rozprawy wnioskuję o jej wyróżnienie.**

